

dr inż. Józef Adamowski*
dr inż. Zygmunta Matkowski*

Aktualne problemy osuszania i remontów zalanych i zawilgoconych budynków

W Polsce, w okresie ostatnich dwudziestu lat, na skutek wyraźnych zmian klimatycznych, nasiliło się występowanie intensywnych oddziaływań atmosferycznych, takich jak wichury, a nawet trąby powietrzne, intensywne opady śniegu powodujące oszronienia i szadź oraz intensywne opady deszczu powodujące powódzie.

Główne źródła zawilgocenia obiektów murowanych:

- kapilarne podciąganie wilgoci z gruntu;
- sorpcja wilgoci zawartej w powietrzu przez porowate i higroskopijne materiały;
- kondensacja pary wodnej, zwłaszcza w miejscach mostków termicznych;
- woda napływająca z zewnątrz z powierzchni terenu, z rynien, rur spustowych, woda z przecieków dachów, ścian, okien, nieszczelnych instalacji, a także w czasie powodzi.

Ponadto częstym źródłem zawilgocenia i niszczenia obiektów budowlanych mogą być nieprawidłowo stosowane współczesne materiały budowlane, zmiana sposobu użytkowania obiektu, zmiana sposobu ogrzewania oraz brak wentylacji w pomieszczeniu i przegrodach budowlanych, a także zmiana poziomu wód gruntowych.

Skutki nadmiernego zawilgocenia budynków

Woda we wszystkich jej postaciach: pary, cieczy i lodu jest największym wrogiem wielu materiałów i konstrukcji, zwłaszcza w obiektach zabytkowych. Zawilgocenie struktury murów stanowi pierwsze ogniwo procesu ich niszczenia, szczególnie gdy woda zawiera szkodliwe lub agresywne domieszki. Wówczas mogą powstawać negatywne procesy fizyczne, chemiczne lub biologiczne, występujące często we wzajemnym powiązaniu.

W budynkach poważny problem stanowią zazwyczaj sole, gromadzące się w mu-

rach w wyniku zachodzącego przez długi czas transportu kapilarnego wody wraz z zawartymi w niej roztworami solnymi. Obecność soli w murach powoduje zwiększenie zdolności higroskopijnego wchłaniania wilgoci. Wzrost zawilgocenia murów wskutek sorpcji wilgoci z powietrza może być, w przypadku mocno zasolonych murów, porównywalny z zawilgoceniem spowodowanym innymi przyczynami.

Szkodliwe oddziaływanie soli, głównie chlorków, azotanów i siarczanów, objawia się wykwitami, przebarwieniami oraz krystalizacją soli na powierzchni murów. Proces krystalizacji powoduje zwiększenie objętości soli i powstanie ciśnienia krystalizacyjnego, w wyniku czego powstają w murze naprężenia rozciągające powodujące ich destrukcję wskutek wytworzenia ciśnienia krystalizacji, hydrostatycznego ciśnienia krystalizacji, ciśnienia hydratacji oraz ciśnienia osmotycznego. Frossel w [1] podaje rodzaje uszkodzeń, których przyczyną jest woda (tabela 1).

Nadmierne zawilgocenie materiałów budowlanych ujemnie wpływa także na ich właściwości cieplne. Szczególnie istotne jest to w zewnętrznych przegrodach budowlanych. Wilgotność w istotny sposób wpływa na wielkość współczynnika przewodności cieplnej materiału. Współczynnik przewodności cieplnej suchego powietrza w porach rośnie ze wzrostem średnicy porów i wynosi przykładowo w temperaturze 0 °C – 0,025 W/mK przy średnicy

0,1 mm i 0,031 W/mK przy średnicy 2 mm. W przypadku zawilgocenia materiałów kapilaro-porowatych, część przestrzeni porów wypełniona zostaje wodą, której współczynnik λ wynosi 0,58 W/mK, a zatem jest ok. dwudziestokrotnie wyższy od współczynnika przewodności cieplnej powietrza.

Zasady postępowania przy osuszaniu budynków

Podczas prac ekspertyzowo-projektowych związanych z osuszaniem budynków można wyróżnić trzy etapy [2]:

■ **anamneza**, czyli ustalenie tego, co było i co jest obecnie;

■ **diagnoza**, czyli rozpoznanie przyczyn i skutków zawilgocenia oraz zasolenia budynków;

■ **terapia**, czyli zaplanowanie działań osuszeniowych oraz remontowych.

Na etapie anamnezy lub diagnozy może okazać się możliwe lub konieczne zaniechanie rozległych zabiegów osuszeniowych, a wystarczy rozsądna profilaktyka poparta badaniami. W związku z tym powinny być przestrzegane zasady postępowania przy osuszaniu budynków:

• osuszanie musi być wykonywane pod fachowym nadzorem;

• powinna zostać sporządzona dokumentacja przed- i powykonalowa, zawierająca:

– wyniki oceny wizualnej wraz z dokumentacją fotograficzną i rysunkową (anamneza) uwzględniające: wiek budynku, układ

Tabela 1. Rodzaje uszkodzeń, których przyczyną lub współprzyczyną jest woda wg [1]

Fizyczne	Chemiczne	Biologiczne
zjawiska higroskopijne, termiczne i statyczne: – ruchy podłoża, – uszkodzenia wywołane przez mróz, – zmiany temperatury, – utrata ciepła, – rysy skurczowe i rysy powstające na skutek pęcznienia, – zmiany materiałowe, – przemoknięcie ścian	reakcja spoiwa, zniszczenia spowodowane przez sól: – wykwity solne, – rozsadzanie na skutek pęcznienia, i sól używaną do rozmrażania pokrywy śnieżnej i lodowej, – zmiany struktury, – reakcje spoiwa, – wypłukiwanie wapna, – plamy rdzy, – korozja chemiczna	wpływy biogenne: – mikroorganizmy, – naloty glonów, – porost mchu, – obrośnięcie porostami, – nalot biocydów, – zagrzybienie, – rozwój pleśni, – zanieczyszczenie powietrza

* Politechnika Wrocławska

ścian i fundamentu oraz rodzaj materiału, ścian, obecność lub brak podpiwniczenia, lokalizację źródeł wody i poziom wody gruntowej, wady i uszkodzenia instalacji wodnej i ściekowej, obecność lub brak izolacji poziomej, stan techniczny budynku, izolacyjność termiczną ścian zewnętrznych, wentylację pomieszczeń;

- ocenę stanu murów na podstawie analiz i pomiarów stopnia zawilgocenia ścian i fundamentów oraz rozkładu wilgoci, maksymalnej nasiąkliwości materiałów ściennych i fundamentowych, a także występowania soli w materiałach murowych, ich ilości i rodzaju;

- dobór metody osuszania oraz prac towarzyszących (terapia), takich jak usunięcie wszelkich źródeł wody (z góry, z boku i z dołu), odwodnienie terenu wokół budynku (drenaż), ewentualne wykonanie zabezpieczeń konstrukcyjnych (przy fundamentach), docieplenie ścian, zmniejszenie higroskopijności materiałów, przecięcie kapilarnego ruchu wody w murze, zastosowanie tynków renowacyjnych oraz przewietrzania pomieszczeń (w tym również piwnicy);

- na każdym etapie prac należy dokonywać pomiarów zawilgocenia, gdyż znajomość aktualnego stanu zawilgocenia ścian i murów informuje o podstawowych problemach, takich jak:

- czy budynek wymaga osuszenia (czasami wystarczy tylko wykonanie izolacji);
- jaką wybrać metodę osuszania (niektóre metody nie nadają się w przypadku dużych zawilgoczeń i zasoleń ścian i stropów);
- czy wybrana metoda osuszania jest lub będzie skuteczna w konkretnym budynku (nie wszystkie stosowane w Polsce metody osuszania są jednakowo skuteczne);

- kiedy zakończyć osuszanie;
- jakie materiały (tynki, farby) zastosować do prac remontowych (materiały odporne na wilgoć, tj. tynki renowacyjne czy farby krzemianowe są z reguły bardzo drogie); bez znajomości stopnia zawilgocenia ścian i podłóg (stropów) oraz określenia wszystkich źródeł (przyczyn) tego zawilgocenia trudno podjąć prawidłową decyzję;

- konieczne jest ustalenie odpowiedniej kolejności prac remontowo-osuszeniowych. Większość starych budynków nie ma skutecznego izolacji przeciwwilgociowych. **Osuszanie budynków (mieszkań) za pomocą różnych metod (urządzeń), bez uprzedniego wykonania izolacji przeciwwilgociowych, nie ma sen-**

su! Nawet jeżeli uda się w takim budynku osiągnąć krótkotrwały stan osuszenia ścian i podłóg, to po upływie pewnego czasu zostaną one ponownie zawilgoczone [3], [4], [5], [6]. W przypadku, gdy inwestorowi brakuje pieniędzy na wykonanie izolacji przeciwwilgociowych oraz osuszenia, należy wykonać przynajmniej izolację. Wówczas jest nadzieja, że budynek wyschnie w sposób naturalny. Należy dodać, że wykonanie izolacji przeciwwilgociowych (poziomych i pionowych) w istniejącym budynku jest niekiedy bardzo kłopotliwe i drogie [3], [5].

Murowane ściany z cegły ceramicznej pełnej, w kilka dni po zalaniu wodą powodziową, mogą wykazywać wilgotność masową $20 \pm 25\%$, ściany z cegły klinkierowej $8 \pm 12\%$, a z bloczków z betonu komórkowego $50 \pm 60\%$. Podana wilgotność była zbliżona do stanu pełnego nasycenia tych materiałów [3], [7], [8].

W literaturze polskiej jako dopuszczalne wartości wilgotności masowej przyjmuje się: w przypadku murów z cegły ceramicznej pełnej $3,0\%$, betonu komórkowego $12,0\%$, a wełny mineralnej stosowanej jako warstwa izolacji termicznej $8,0\%$ [2]. Pierwotnym źródłem ustalającym te wartości była norma [9]. W tabeli 6 tej normy podane są dopuszczalne wilgotności materiałów budowlanych w zewnętrznych przegrodach budynków ogrzewanych. Niestety w znowelizowanej normie [10] z 1991 r. nie ma już tej tabeli. Z kolei warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych podają tylko wymagania, które powinny być spełnione przed przystąpieniem do wykonywania danych robót budowlanych i tak wg [11] w przypadku robót tynkowych wilgotność murów podano w tabeli 2, robót malarskich w tabeli 3, a robót posadzkowych w tabeli 4. Tapety można przyklejać przy wilgotności podłoża nie większej niż $1,5\%$, a posadzki układać przy wilgotności podkładów podanych w tabeli 4. Podział murów ze względu na ich zawilgocenie, przyjmowany w polskiej literaturze technicznej, podano w tabeli 5 [3], [12], [13].

Metody osuszania ścian

Osuszanie naturalne przegród budowlanych zależy zarówno od warunków ciepłno-wilgotnościowych panujących wewnątrz i na zewnątrz budynków, jak i od rodzaju konstrukcji budowlanych. Skuteczność naturalnego osuszania zależy w istotny sposób od prędkości prze-

Tabela 2. Maksymalna wilgotność murów, przy której dopuszczalne jest wykonywanie robót tynkowych

Sposób wykończenia ściany z drugiej strony ściany otynkowanej				
Gęstość pozorną muru [kg/m³]	tynk, wilgotność masowa [%]		okładzina nietynkowana, wilgotność masowa [%]	
	średnia	powierzchniowa	średnia	powierzchniowa
do 1300	7	5	7	5
powyżej 1300	5	3	6	4

Tabela 3. Dopuszczalna wilgotność tynków, na których przewiduje się wykonanie powłok malarskich

Rodzaj powierzchni malarskiej	Dopuszczalna wartość wilgotności masowej tynków [%]
Olejna	3,5
Klejowa	4
Emulsyjna	3,5
Wapienna	6

Tabela 4. Dopuszczalna wilgotność podkładów przy wykonywaniu posadzek

Rodzaj podkładu (podłoża)	Dopuszczalna wilgotność masowa [%]
Cementowy, betonowy	3,0
Anhydrytowy, gipsowy	1,5

Tabela 5. Podział murów ze względu na zawilgocenie

Wilgotność masowa U_m	Opis zawilgocenia muru	Dopuszczalne czynności technologiczne
$0 \pm 3\%$	mury o dopuszczalnej wilgotności	powłoki malarskie
$3 \pm 5\%$	mury o podwyższonej wilgotności	tynki zwykłe
$5 \pm 8\%$	mury średnio zawilgocone	powłoki wapienne
$8 \pm 12\%$	mocno zawilgocone	iniekcje chemiczne

plywu powietrza przy osuszanej powierzchni. Można ją więc zwiększyć przez zaprojektowanie dmuchaw, wentylatorów lub wytworzenie „przeciągu”.

Podczas naturalnego osuszania występuje kilka etapów:

- wysychanie na powierzchni ściany;
- konwekcyjno-dyfuzyjny transport wilgoci;

- dyfuzyjny mechanizm transportu (dyfuzja objętościowa i powierzchniowa) w sieci kapilar i porów.

Pierwszy etap naturalnego osuszania przegród, który polega na odprowadzeniu wody z powierzchni całkowicie zawilgoczonej (zalanej) przegrody, jest stosunkowo krótki i wynosi 20 – 30 dni (przy sprzyjających warunkach wysychania). Drugi

etap wysychania przegród budowlanych zależy głównie od oporów dyfuzyjnych warstw przypowierzchniowych. Grube mury (> 40 cm) będą wysychały przez wiele lat i to przy założeniu, że w budynku istnieją izolacje poziome i pionowe ścian piwnicznych. Należy podkreślić, że przejście wilgoci z fazy ciekłej do gazowej odbywa się kosztem energii cieplnej pochłanianej ze środowiska (przede wszystkim z otaczającego powietrza).

Czynnikami wspomagającymi osuszanie naturalne są:

- nawiercenie na powierzchni muru otworów w celu zwiększenia powierzchni odprowadzenia wilgoci;
- ekrany zewnętrzne i wewnętrzne oraz fosy wentylacyjne;
- usunięcie powłok malarskich o dużym oporze dyfuzyjnym;
- skucie tynków;
- zastosowanie porowatych tynków renowacyjnych lub osuszających.

Osuszanie sztuczne to zespół działań technicznych i organizacyjnych, które powodują trwałe zmniejszenie wilgotności do stanu wilgotności równowagowej [3]. W wyniku tego procesu, podczas osuszania obniża się temperatura na zawilgoconej (mokrej) powierzchni. W związku z tym, że właściwości cieplne cegły ceramicznej zależą od jej wilgotności, duże zawilgoconie ścian murowanych z tej cegły jest przyczyną znacznego wzrostu zużycia ciepła w okresie grzewczym, gdyż współczynnik przewodnictwa cieplnego muru suchego wynosi 0,85 W/mK, a cegiel silnie zawilgoconych (powyżej 15%) 1,9 W/mK.

Intensywność procesu osuszania przegród budowlanych można zwiększyć przez:

- dostarczenie ciepła do przegrody (okresowo lub w sposób ciągły) przez nagrzewnice, promienniki podczerwieni, źródła mikrofalowe;
- obniżenie ciśnienia cząstkowego pary wodnej zawartej w powietrzu opływającym powierzchnię przegrody;
- obniżenie ciśnienia powietrza opływającego przegrodę (tzw. suszenie próżniowe).

Urządzenia do osuszania przegród mogą wykorzystywać jeden lub kilka z wymienionych sposobów zwiększenia intensywności wymiany ciepła i masy (wilgoci). Należy podkreślić, że samo ogrzewanie powietrza i ścian, bez zapewnienia intensywnej wymiany powietrza w osuszonym pomieszczeniu, nie prowadzi do wysychania przegród. Pod-

grzane i zawilgocone powietrze może bowiem kontaktować się z chłodniejszymi elementami budynku, na których wystąpi kondensacja pary wodnej. Oznacza to, że przy takim sposobie suszenia wilgoć będzie przemieszczać się z jednego pomieszczenia do drugiego lub z jednego rodzaju materiału na drugi.

W Polsce, do przyspieszonego (sztucznego) osuszania przegród budowlanych stosowane są następujące urządzenia: nagrzewnice elektryczne wspomagane (bądź nie) wentylatorami mechanicznymi, nagrzewnice gazowe wspomagane (bądź nie) wentylatorami mechanicznymi, osuszacze „kondensacyjne”, osuszacze „absorpcyjne”, urządzenia mikrofalowe, urządzenia z grupy metod termoiniekcyjnych, pompy i komory próżniowe.

Osuszanie za pomocą nagrzewnic polega na ogrzaniu powietrza wewnątrz pomieszczeń do temperatury kilkudziesięciu stopni. Przy podwyższonej temperaturze powietrza następuje wzmożone odprowadzanie wilgoci z warstw powierzchniowych muru. Wilgoć tę, w postaci pary wodnej zawartej w ogrzonym powietrzu, usuwa się z pomieszczenia, stosując naturalne wietrzenie lub wentylatory mechaniczne. W przypadku murów grubych lub murów o dużym oporze dyfuzyjnym warstwy zewnętrznej tylko część wilgoci wyparowuje z powierzchni wewnętrznej ścian do powietrza wewnątrz pomieszczeń. W wyniku stosowania tej metody, często uzyskiwane jest „pozorne” osuszenie warstw muru położonych przy powierzchni wewnętrznej ścian. Po zakończeniu procesu suszenia, czyli po wyłączeniu nagrzewnic, część wilgoci przetransportowana wcześniej w głąb muru będzie „wracała” na powierzchnię wewnętrzną ścian, w wyniku działania sił kapilarnych i zmiany gradientu temperatury. W celu zwiększenia efektu suszenia, część firm stosujących nagrzewnice postępowala w sposób następujący. Ogrzewała powietrze do możliwie maksymalnej temperatury przez stosunkowo długi okres. W tym czasie następowało też nagrzanie murów. Następnie wyłączano nagrzewnice i schładzano powietrze wewnątrz pomieszczeń przez intensywne wietrzenie. W tym wypadku nagrzany mur łatwiej wysychał, gdyż gradient temperatury i ciśnienia pary wodnej był skierowany w kierunku „od środka muru do jego powierzchni”.

Metody „kondensacyjne” polegają na osuszeniu powietrza wewnątrz po-

mieszczeń poprzez skroplenie pary wodnej zawartej w tym powietrzu. W wyniku tego zabiegu znacznie obniża się wilgotność względna powietrza wewnątrz pomieszczeń, przez co istnieje możliwość odprowadzania wilgoci zawartej w murze do powietrza wewnętrznego.

Urządzenia kondensacyjne przepuszczają powietrze zaczerpnięte z osuszanego pomieszczenia nad wbudowanym parownikiem, który obniża temperaturę powietrza poniżej punktu rosy. Dzięki temu nadmiar pary wodnej zbiera się w pojemniku.

Pomieszczenie osuszane metodą kondensacyjną musi być izolowane i uszczelnione, aby nie dopływało do nich powietrze z zewnątrz zawierające stosunkowo dużą ilość pary wodnej. Zaletą tej metody jest niska cena urządzeń oraz niewielki koszt eksploatacji. Nie można jednak metody tej stosować do osuszania miejsc trudno dostępnych, takich jak warstwy podposadzkowe, stropy, stropodachy, sklepienia, ściany warstwowe. Osuszacze kondensacyjne mogą pracować przy temperaturze powietrza 0 – 40 °C, najkorzystniej w 20 – 25 °C. Ich wydajność jest tym większa, im wyższe są temperatura powietrza i wilgotność względna powietrza. Ich skuteczność poniżej temperatury +10 °C jest problematyczna. Nie powinno się ich stosować przy wilgotności względnej powietrza mniejszej od 30%.

Wydajność urządzeń tego typu jest bardzo zróżnicowana. Urządzenia o małej mocy (do 0,5 kW) skraplają 10 l wody na dobę, o mocy powyżej 1 kW mogą skroplić kilkadziesiąt litrów wody na dobę, a wydajność urządzeń o dużej mocy (kilkunastu kW) może dochodzić do 1000 litrów na dobę. Najlepsze efekty uzyskuje się w pomieszczeniach o dużej wilgotności względnej powietrza, np. 90%. Czas osuszania tą metodą jest trudny do określenia, gdyż w dużym stopniu zależy od skuteczności uszczelnienia pomieszczenia przed dopływem powietrza zewnętrznego.

Metody „absorpcyjne” wykorzystują zjawisko pochłaniania pary wodnej z powietrza przez specjalny materiał zwany „sorbentem” wilgoci. Urządzenia działające na tej zasadzie są wzbogacone o nagrzew osuszonego powietrza i odprowadzenie skroplin pary wodnej ze schłodzonym powietrzem na zewnątrz. Najważniejszym elementem osuszacza absorpcyjnego jest rotor. Jest to element

CANASTOL

Woda pod kontrolą

- **środki hydrofobizujące do układów cementowych** (tynki, zaprawy klejowe, szpachle)
- **redukcja wykwitów** (tynki, fugi)
- **optymalizacja kosztów związanych z hydrofobizacją układu**



RETENMAIER Polska Sp. z o.o.  Włókna prosto z natury

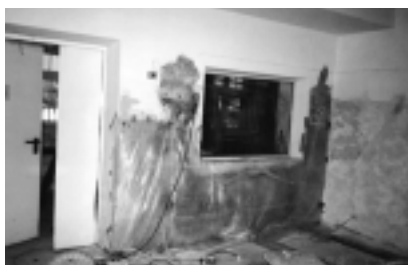
www.jrs.pl

Al. Jerozolimskie 181, Ochota Office Park, 02-222 Warszawa
tel. centrala: (022) 608 51 00, fax: (022) 608 51 51 • www.jrs.pl

cylindryczny złożony z równoległych kanałków pokrytych substancją silnie higroskopijną.

Osuszane pomieszczenie musi być izolowane i uszczelnione, aby nie dopływało powietrze z zewnątrz. Zastosowanie odpowiedniego foliowania (fotografia) oraz próżniowania wielokrotnie skraca czas osuszania. Urządzenia do osuszania absorpcyjnego powietrza mogą mieć różną wydajność: najmniejsze od 10 dm³/dobę, największe do 1000 dm³/dobę.

Osuszacze absorpcyjne umożliwiają doprowadzenie suchego i ciepłego powietrza także do trudno dostępnych miejsc zalanych lub zawilgoconych, np.



Widok osłony z folii PCW zamontowanej na wewnętrznej powierzchni ściany w celu zwiększenia suszenia muru metodą absorpcyjną
Fot. J. Adamowski

ścian wielowarstwowych, warstw podposadzkowych, stropów kanałowych itp., bez konieczności rozbierania i odkrywania zawilgoconych elementów budynku. Zaletą tej metody jest również możliwość pracy urządzeń przy niskiej, a nawet ujemnej temperaturze oraz przy niskiej wilgotności względnej powietrza. Osuszacze absorpcyjne mogą być ustawiane także na zewnątrz pomieszczeń i zasilane energią elektryczną, a także pracować na gaz lub olej.

Metoda termoiniekcji polega na osuszeniu muru z wody wypełniającej jego pory i kapilary, a następnie wykonaniu trwałej przepony hydrofobowej.

W trakcie suszenia wykorzystuje się zjawisko termodyfuzji. Osuszanie wykonuje się specjalnymi urządzeniami termowentylacyjnymi, które umieszcza się w nawierconych w ścianie otworach. Termodyfuzyjne osuszanie murów przez wprowadzanie w nawiercone otwory ogrzanego powietrza trwa od dwóch do kilku dob w zależności od wstępnej wilgotności, grubości oraz struktury muru. Przyjmuje się, że osuszanie tą metodą umożliwia przeciętnie zmniejszenie zawilgocenia muru z cegły pełnej o 3% wil-

gotności masowej na dobę. Oznacza to, że murowana z cegły ściana budynku o wilgotności ok. 24% zostanie osuszona do wilgotności poniżej 5% w czasie ok. 7 dni. Maksymalna grubość osuszonego muru w przypadku dostępu jednostronnego wynosi ok. 100 cm, a przy dostępie dwustronnym ok. 200 cm. W murach, w których brak jest przeciwwilgociowej izolacji poziomej, wskazane jest wykorzystanie metody termoiniekcji do wykonania poziomej blokady hydrofobowej przez grawitacyjne lub ciśnieniowe wprowadzenie, w otwory pozostałe po osuszeniu muru, środka hydrofobowego. Zakumulowane w murze ciepło ułatwia penetrację środka hydrofobowego, przyspiesza utwardzenie się żywicy oraz powoduje szybkie odparowanie rozcieńczalnika.

Pewną odmianą „klasycznej” metody termoiniekcyjnej opracowanej przez J. Olifierowicza, jest **metoda parafinowa**, opracowana przez R. Wójcika [4, 6]. Metoda nazwana W-ART 40 polega na zastosowaniu elementów grzejnych, zasilanych prądem o wysokim natężeniu. Urządzenie grzejne nazwane termopakem umożliwia nasączenie muru kontrolowaną ilością parafiny. Proces ten jest

silnie sprężony z ruchem powietrza i wilgoci; następuje jednocześnie proces osuszania i samouszczelniania muru. Zjawiska te zachodzą tylko w ograniczonym obszarze. Jest to metoda odwracalna, co jest istotne przy stosowaniu w obiektach zabytkowych.

Metoda mikrofalowa. W metodzie tej do nagrzania muru oraz występującej w nim wody wykorzystuje się promienniki mikrofal najczęściej o częstotliwości 2,45 GHz. Promieniowanie mikrofalowe ma tę właściwość, że jest silnie absorbowane przez wolne molekuly wody. Najczęściej suszenie murów wykonuje się, instalując odpowiednią liczbę generatorów mikrofal w pewnej odległości od siebie albo stosuje jeden generator, który przesuwa się po powierzchni przegrody.

W każdym obiekcie powinien być dobierany odpowiedni sposób nagrzewania murów zależny od rodzaju materiału przegród, ich grubości i stopnia zawilgocenia. Przy korzystnie dobranych parametrach suszenia mikrofalowego następuje bardzo szybki spadek zawilgocenia ścian. W ciągu pierwszej doby o 5 – 8% wilgotności masowej, a cały proces suszenia może trwać od kilku dni do dwóch tygodni.

Dodatkowymi zaletami osuszania mikrofalowego są:

- zniszczenie mikroorganizmów takich jak grzyby domowe, grzyby pleśniowe, owady – szkodniki drewna;
- brak wysoleń powierzchniowych, które powstają przy stosowaniu innych metod, możliwość jednoczesnego wykonywania poziomej przepony (izolacji) przeciwwilgociowej;
- możliwość ograniczenia osuszania tylko do elementów i części budynku nadmiernie zawilgoconych.

Na rynku polskim stosowane są urządzenia mikrofalowe o mocy od 600 W do kilku kW. Za pomocą takich urządzeń możliwe jest osuszanie murów grubości od 1,5 – 2,0 m.

Osuszanie murów można wykonywać od zewnątrz (promiennikami tubowymi) i od wewnątrz – promiennikami antenowymi, umieszczonymi w odpowiednio wywierconych otworach. Otwory te można wykorzystać także do wykonania przepony poziomej metodami iniekcyjnymi, np. z zastosowaniem żywic silikonowych. Żywice te łatwiej wnikają w nagrany mur i tworzą trwałą przeponę przeciwwilgociową.

Metoda mikrofalowa jest obecnie najszybszą i najbardziej efektywną metodą osuszania budynków. Może być łączona z osusza-

czami sorpcyjnymi, które przyspieszają znacznie proces suszenia. Metoda mikrofalowa wymaga szczególnych środków ostrożności podczas obsługi urządzeń emitujących promieniowanie mikrofalowe. Należy stosować tylko te urządzenia, które zostały dopuszczone do stosowania.

Metoda osuszania próżniowego stosowana jest do suszenia podłóg oraz elementów o małych wymiarach. W tym celu osuszany przedmiot umieszcza się w suszarce próżniowej. Proces suszenia polega na odprowadzeniu wody przy bardzo niskim ciśnieniu.

Metody magnetokinetyczne nie zostały dotychczas opisane i wyjaśnione w literaturze naukowej, a sposób działania urządzeń, które emitują zróznicowane fale elektromagnetyczne, jest dostępny jedynie w ulotkach informacyjnych firm sprzedających te urządzenia.

W polskiej literaturze technicznej istnieje wiele publikacji wykazujących nieskuteczność metod magnetokinetycznych [2], [4], [5], [13], [14], [15], [16]. Szczególnie cenna jest praca doktorska M. Wesołowskiej [17] oraz książka F. Frossela [1], w których autorzy poddają te metody gruntownej krytyce, opierając się na wynikach własnych badań oraz danych z literatury technicznej. F. Frossel [1] zgodnie z danymi niemieckimi, określa tę metodę jako pozornie działającą, gdyż nie są znane żadne renomowane obiekty, które zostały osuszone za pomocą tej metody, a badania prowadzone w laboratoriach niemieckich uczelni wykazały brak skuteczności działania tej metody. W Niemczech osuszanie tą metodą nie może być finansowane ze środków publicznych, a prywatni inwestorzy nie mogą odliczać podatku MWSt, w przypadku zastosowania w prywatnych obiektach.

Wnioski

■ Wykonanie skutecznego osuszenia obiektów zalanych wodami powodziowymi jest zadaniem trudnym, energo- i czasochłonnym oraz bardzo kosztownym. Szczególnie trudne jest to w przypadku budynków, w których nie zastosowano odpowiednich izolacji przeciwwilgociowych lub istniejące izolacje są nieskuteczne. W szczególności dotyczy to osuszania i wykonywania izolacji poziomych w murach z cegły, kamienia, a zwłaszcza w murach mieszanych ze szczelinami i pustkami wypełnionymi różnego rodzaju zasypkami.

■ Wilgotność poszczególnych elementów budynków bezpośrednio po powodzi

jest zbliżona do stanu pełnego nasycenia materiałów, z których te elementy są wykonane.

■ Po ustąpieniu wód powodziowych następuje samoistne wysychanie obiektów. Proces ten jest powolny, szczególnie w przypadku murów o dużej grubości. Najczęściej należy więc stosować osuszanie sztuczne.

■ Przy wyborze sposobu osuszenia i wykonania zabezpieczenia przeciwwilgociowego ścian w obiektach zalanych wodami powodziowymi należy wziąć pod uwagę wiele czynników związanych ze stanem technicznym murów, a przede wszystkim z dostępnością do poszczególnych ścian lub ich fragmentów. Proponowane rozwiązania powinny uwzględniać przewidywaną przyszłą funkcję pomieszczeń, sposób ich wentylacji, a w przypadku obiektów zabytkowych powinny być zgodne z ogólnymi zaleceniami konserwatorskimi.

■ Stosowanie osuszaczy (nawet najbardziej efektywnych) w budynkach, w których brak jest izolacji przeciwwilgociowych lub są one niesprawne, nie przynosi pozytywnych rezultatów, a czasami powoduje wzrost zawilgocenia i zasolenia murów.

■ Przed przystąpieniem do prac osuszeniowych należy koniecznie wykonać szczegółowe badania wilgotności murów, w celu podjęcia właściwej decyzji dotyczącej wyboru metody osuszania i zakresu niezbędnych do przeprowadzenia prac remontowych.

■ Wybór jednej metody suszenia czasami nie zapewnia dużej skuteczności wysychania przegród budowlanych. Zalecane jest więc łączenie kilku różnych metod w jeden układ (system) technologiczny. Z naszych doświadczeń i obserwacji wynika, że najbardziej efektywne systemy osuszania przegród budowlanych, to:

■ osuszanie mikrofalowe, wspomagane termowentylatorami lub osuszaczami sorpcyjnymi;

■ osuszacze sorpcyjne, wspomagane intensywnym nawiewem i wywiewem powietrza, z możliwością wydzielania zamkniętych, wydzielonych stref osuszania oraz tworzenia podciśnienia (próżniowania) we fragmentach osuszanych budynków.

■ Osuszanie budynków, w których nie ma izolacji przeciwwilgociowych, może być nieskuteczne i nieefektywne. Wykonanie samych izolacji (przepon) przeciwwilgociowych, bez dodatkowego osuszania pomieszczeń, nie zapewni samoistnego wyschnięcia ścian grubości większej

Powłoki ochronne do obiektów gospodarki wodno-ściekowej w systemach firmy MC-Bauchemie



MC-RIM, MC-RIM-F, MC-RIM H
Szttywne, wysoce odporne na siarczany
powłoki mineralne



MC-Flex 2097, 2098, 2099, 2099AS
Elastyczne, wysoce chemooodporne powłoki
żywiczne na stal i beton



MC-RIM PW10, PW20, PW30
Szttywne powłoki i zaprawy do zbiorników
na wodę przeznaczoną do spożycia



Ombran FT, Ombran CPS
Chemooodporne powłoki na bazie
polimerowo-silikatowej

MC-Bauchemie Sp. z o.o.
Protection Technologies
Posadzki przemysłowe, systemy iniekcyjne,
naprawa żelbetu
53-011 Wrocław, ul. Wyścigowa 39,
tel./fax: +48 71 339 77 44,
e-mail: biurowroclaw@mc-bauchemie.pl,
www.mc-bauchemie.pl
Manager Produktu
ds. napraw i zabezpieczenia żelbetu:
Ryszard Perucki, tel. kom. +48 600-377-489
e-mail: ryszard.perucki@mc-bauchemie.pl



MC-APC
Elastyczna powłoka do zbiorników na wodę,
w tym wodę przeznaczoną do spożycia

od 50 cm, nawet w ciągu kilku lat. W niektórych przypadkach celowe jest dodatkowe zastosowanie tynków renowacyjnych oraz specjalnych powłok malarskich.

■ Na podstawie badań i obserwacji kilkuset osuszonych budynków stwierdzono następujące powtarzające się błędy popełnione w trakcie ich osuszania:

- wykonywanie zwykłych tynków i powłok malarskich na niedostatecznie osuszonych murach;
- wykonywanie osuszania ścian mimo braku izolacji przeciwwilgociowych oraz nieusunięcia wszystkich przyczyn zawilgocenia;
- niewłaściwy dobór rodzaju i mocy urządzeń osuszających;
- brak wentylacji pomieszczeń;
- stosowanie „cudownych”, niepotwierdzonych w literaturze technicznej pod względem skuteczności, metod osuszania [2], [4], [13], [14].

■ Dotychczas w Polsce nie ma normowej metodyki kontroli skuteczności osuszania budynków. Do oceny skuteczności osuszania przegrody budowlanej zaleca się stosować metodykę przedstawioną w [14] bazującą na wymaganiach normy ONORM B3351-1:2006 oraz Instrukcję WTA4-11-02/D, [18], [19]. Zgodnie z tą metodyką za skuteczne osuszanie uznaje się takie, które doprowadzi do zmniejszenia o więcej

niż 70% średniej wartości wilgotności masowej zbadanej przed rozpoczęciem procesu suszenia, a wykonanie badań potwierdzających skuteczność osuszenia należy powierzyć doświadczonemu ekspertowi niezależnemu od wykonawcy. Badania zawilgocenia należy wykonywać metodą suszarkowo-wagową (metoda Darra) na próbkach w postaci granulatu (nie zwierciń) pobranych za pomocą dornika rurowego z głębokości 5 do 10 cm przy rozstawie w pionie nie więcej niż co 30 cm. Próbkę do badań nie mogą być pobierane przez wiercenie oraz stanowić mieszaniny cegły i zaprawy [14].

Literatura

- [1] Frossel F., Osuszanie murów i renowacja piwnic, Wyd. Polcen, Warszawa 2007.
- [2] Adamowski J., Hoła J., Matkowski Z., Metody osuszania przegród budowlanych, „Materiały Budowlane”, nr 1/2007, str. 110 – 114.
- [3] Adamowski J., Jak trwale osuszać budynki, PSBD – USAID, Wrocław, 1998.
- [4] Wójcik R.: Metody osuszania murów, „Izolacje” nr 9/1999.
- [5] Wójcik R., Problemy zapewnienia jakości hydroizolacji budynków, „Materiały Budowlane”, nr 3/2012 str. 4 – 6.
- [6] Praca zbiorowa pod kierunkiem Piotra Klemma, Budownictwo Ogólne. T. 2, Fizyka Budowli, Arkady, Warszawa 2006.
- [7] Adamowski J., Hoła J., Matkowski Z., Problemy remontowe zawilgoconych monumentalnych

obiektów barokowych, Renowacje i Zabytki, nr 1 (13), 2005, str. 130 – 138.

[8] Adamowski J., Problemy osuszania budynków murowanych, „Materiały Budowlane” nr 6/1999, str. 109 – 112.

[9] PN-82/B-02020, „Ochrona cieplna budynków”.

[10] PN-91/B-02020, „Ochrona cieplna budynków”.

[11] Praca zbiorowa, Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1990.

[12] Hoła A., Schabowicz K.: Zawilgocenie ścian murowanych kompleksu nowych budynków mieszkalnych, „Materiały Budowlane” nr 7/2011, str. 82 – 84.

[13] Rokiel M., Hydroizolacje w budownictwie, Poradnik. Dom Wydawniczy Medium, Warszawa 2009.

[14] Kamiński K.: Konieczność kontroli skuteczności wykonywania robót osuszeniowych ścian – „Materiały Budowlane”, nr 3/2012, str. 22 – 24.

[15] Konarski B., Jabłoński R., Zabezpieczanie obiektów budowlanych przed zawilgoceniem a skuteczność osuszania metodami iniekcyjnymi. „Ochrona Zabytków” nr (1208), 2000.

[16] Olifierowicz J., Doświadczenia ze stosowania metod elektrofizycznych, iniekcyjnych i termoiniekcyjnych do osuszania murów, XLIV Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB, Poznań – Krynica, 1998.

[17] Wesołowska M.: Wpływ zewnętrznego pola elektromagnetycznego na kinetykę procesu zawilgocenia i wysychania kompozytu ceramicznego. Praca doktorska wykonana w 1999 r., na Politechnice Łódzkiej pod kier. prof. P. Klemma.

[18] ONORM B 3355-1: 2006. Trockenlegung von Feuchten Mauerwerk, Teil 1: Bauwerksdiagnose und Pflegsgrundsätzen /Osuszanie zawilgoconych murów. Część 1: Diagnostyka budowlana i planowanie działań.

[19] WTA 4-II-02/D – Messung der Feuchte von Mineralische Baustoffen (Pomiar wilgotności mineralnych tworzyw budowlanych).